

電磁気学 No.7

オームの法則

物質	抵抗率 [$\Omega \cdot m$]
アルミニウム	2.50×10^{-8}
銀	1.47×10^{-8}
コンスタンタン	49×10^{-8}
黄銅 (真鍮)	6.3×10^{-8}
銅	1.55×10^{-8}
ニクロム	107.3×10^{-8}

1. $500 \text{ k}\Omega$ の抵抗に 100 V の電圧を加えたら、何 mA の電流が流れるか。

$$I = \frac{V}{R} = \frac{100}{500 \times 10^3} = 0.200 \text{ mA}$$

2. 豆電球に 1.5 V の電圧を加えたら、 0.20 A の電流が流れた。豆電球の抵抗は何 Ω か。

$$R = \frac{V}{I} = 7.5 \Omega$$

3. 抵抗 80Ω の回路に流れる電流が 0.20 A であった。電圧は何 V か。

$$V = RI = 16 \text{ V}$$

4. 直径 1.6 mm 、長さ 100 m の銅線の抵抗は何 Ω か。

$$R = \rho \frac{l}{S} = 1.55 \times 10^{-8} \frac{100}{\pi (0.8 \times 10^{-3})^2} = 0.77 \Omega$$

5. 長さ 500 m のアルミニウム線に電流を流して抵抗を測定したら、 6.73Ω であった。アルミニウム線の断面積は何 mm^2 か。

$$S = \rho \frac{l}{R} = 2.50 \times 10^{-8} \times \frac{500}{6.73} = 1.86 \text{ mm}^2$$

6. ある導線の長さを2倍にし、断面積を半分にしたときの抵抗は、もとの抵抗の何倍となるか。

$$R' = \rho \frac{l'}{S'} = \rho \frac{2l}{\frac{S}{2}} = 4R$$

7. 銅の密度は $d = 8.93 \text{ g/cm}^3$, 原子量は 63.5 である. アボガドロ数を $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ とする.

(1) 原子量に g をつけると物質 1 mol の質量になり, その中に N_A 個の原子が含まれる. 銅の導線中に含まれる自由電子の数が 1 原子あたり 1 個とすると, 電子数密度 n [個/ m^3] はいくらか.

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ mol} - 63.5 \text{ g} - 6.02 \times 10^{23} \\ 1 \text{ cm}^3 - 8.93 \text{ g} \\ 1 \text{ m}^3 - 8.93 \times 10^6 \text{ g} - n \text{ 個} \end{array} \right\} \begin{array}{l} 63.5 : 8.93 \times 10^6 = 6.02 \times 10^{23} : n \\ n = 8.47 \times 10^{28} \text{ 個} \end{array}$$

(2) 断面積 $S = 1.0 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ の銅の導線に $I = 1.0 \text{ A}$ の電流が流れている. 電子の電荷を $|e| = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ として, 電子が移動する平均速度 v は何 m/s か. また, 何 cm/h か.

$$v = \frac{I}{neS} = 7.4 \times 10^{-5} \text{ m/s} = 27 \text{ cm/h}$$

8. アルミニウムの密度は $d = 2.70 \text{ g/cm}^3$, 原子量は 27.0 である. アボガドロ数を $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ とする.

(1) アルミニウムの導線中に含まれる自由電子の数が 1 原子あたり 3 個とすると, 電子数密度 n [個/ m^3] はいくらか.

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ mol} - 27.0 - 6.02 \times 10^{23} \\ 1 \text{ cm}^3 - 2.7 \text{ g} \\ 1 \text{ m}^3 - 2.7 \times 10^6 - n/3 \text{ 個} \end{array} \right\} \begin{array}{l} 27 : 2.7 \times 10^6 = 6.02 \times 10^{23} : \frac{n}{3} \\ n = 1.81 \times 10^{29} \text{ 個} \end{array}$$

(2) 断面積 $S = 1.0 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ のアルミニウムの導線に $I = 1.0 \text{ A}$ の電流が流れている. 電子の電荷を $|e| = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ として, 電子が移動する平均速度 v は何 m/s か. また, 何 cm/h か.

$$v = \frac{I}{neS} = 3.5 \times 10^{-5} \text{ m/s} = 13 \text{ cm/h}$$

9. 導線中の電子の動きは遅いのに, スイッチを入れるとすぐに電気がつくのはなぜか.

10. 今日の講義でわかったこと・わからなかったこと・感想などを書きなさい. (自由記載)